



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**ANALISIS *HEAT RATE* PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA  
GAS DAN UAP DENGAN VARIASI BEBAN 81,1 MW DAN 124  
MW**

**TUGAS AKHIR/SKRIPSI**

**ERIK KRISNATALIUS GULTOM**

**1121500041**

**INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA**

**SERPONG**

**2020**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**ANALISIS HEAT RATE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA  
GAS DAN UAP DENGAN VARIASI BEBAN 81,1 MW DAN 124  
MW**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana  
Teknik**

**ERIK KRISNATALIUS GULTOM**

**1121500041**

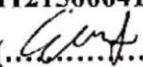
**INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA**

**SERPONG**

**2020**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir/Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri  
bukan merupakan hasil plagiat dari karya orang lain  
dan semua sumber baik yang di kutip maupun di rujuk  
telah saya nyatakan dengan benar**

**Nama : Erik Krisnatalius Gultom**  
**NPM : 1121500041**  
**Tanda Tangan : (..........)**  
**Tanggal : Agustus 2020**


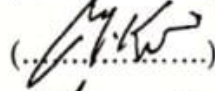
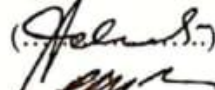
## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir/Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Erik Krisnatalius Gultom  
NPM : 1121500041  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul : Analisa *Heat Rate* Pembangkit Listrik  
Tenaga Gas dan Uap Dengan Variasi  
Beban 81,1 MW dan 124 MW

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Institut Teknologi Indonesia

## DEWAN PENGUJI

Pembimbing	: J.Victor Tuapetel, S.T, M.T, Ph.D	(  )
Penguji I	: Dipl.-Ing. M. Kurniadi Rasyid, MM	(  )
Penguji II	: Achmad Zaki Rahman, ST, MT.	(  )
Penguji III	: Dr. Ing. Putu M, Santika	(  )
Ditetapkan	: Serpong	
Tanggal	: 24 Agustus 2020	

Mengetahui,

**KETUA PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**


(Jones.Victor Tuapetel, S.T, M.T, Ph.D)

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur dipanjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkatnya dan rahmat-Nya, Tugas Akhir/Skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulisan Tugas Akhir/Skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Institut Teknologi Indonesia. Tugas Akhir/Skripsi ini dapat diselesaikan dengan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya disampaikan kepada:

1. Jones.Victor Tuapetel, S.T, M.T, Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin dan Penasehat Akademik beserta sekaligus pembimbing Tugas Akhir yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan Tugas Akhir/Skripsi ini.
2. Dr. Ir. Dwita Suastiyanti, Msi. Selaku Dosen yang telah banyak membantu dan membimbing kepada penulis
3. Staf dan Dosen Teknik Mesin Institut Teknologi Indonesia
4. Orang tua tercinta dan keluarga yang telah memberikan bantuan dan dukungan material dan moral.
5. Seluruh rekan Himpunan dan Teknik Mesin khususnya 2015, D3 Otomotif dan teman – teman lain yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Akhir kata saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir/Skripsi ini membawa manfaat pengembangan ilmu.

Serpong, 24 Agustus 2020

Erik K Gultom

## ABSTRAK

Siklus Kombinasi merupakan siklus gabungan antara turbin gas dan turbin uap atau yang biasa disebut pembangkit listrik tenaga gas dan uap (PLTGU), yang umumnya memiliki tingkat efisiensi yang lebih besar dibanding dengan siklus tunggal. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui keadaan jumlah pasokan energi bahan bakar guna mengidentifikasi terjadinya penurunan kinerja thermal pembangkit serta menentukan penyebab dan bagian pembangkit yang menyebabkan *losses* daya dan efisiensi lebih rendah dari seharusnya. Sebelum menghitung nilai *Heat Rate* PLTGU terlebih dahulu mencari dan menghitung properties pada masing masing unit PLTGU, mulai dari siklus termodinamika, perhitungan kompresor, kerja turbin dan efisiensi. Metode *input-output* adalah metode sederhana untuk menentukan performa pembangkit melalui nilai *heat rate* karena hanya melibatkan sedikit parameter yaitu nilai kalor bahan bakar natural gas dan laju aliran bahan bakar. Dari hasil perhitungan analisa *heat rate* PLTGU ini diperoleh hasil *gross plant heat rate* yaitu 15232,47 Btu/kWh, dan *nett plant heat rate* yaitu 6762,01 Btu/kWh pada beban 81,1 MW, dan pada beban 124 MW diperoleh hasil *gross plant heat rate* yaitu 12745,99 Btu/kWh, dan untuk *nett plant heat rate* diperoleh 6143,29 Btu/kWh

Kata Kunci: turbin gas, turbin uap, PLTGU, *heat rate*

## ABSTRACT

*The Combination Cycle is a combined cycle of a gas turbine and a steam turbine or commonly called a combine cycle power plant (CCPP), which generally has a greater level of efficiency than a single cycle. The purpose of this study is to determine the state of the amount of fuel energy supply that reports a decrease in thermal generator performance and to determine the causes and parts of the generation that cause power losses and lower efficiency than they should be. Before calculating CCPP heat rate, first to calculate the properties of each CCPP unit, starting from the thermodynamic cycle, compressor calculation, turbine net work and efficiency. The input-output method is a simple method for determining generator performance through the heat rate value because it involves only a few parameters namely the calorific value of natural gas fuel and the flow rate of fuel. Results of the calculation gross plant heat rate is 15232.47 Btu / kWh, and the nett plant heat rate of the factory is 6762.01 Btu / kWh at a load of 81.1 MW, and at a load of 124 MW the results of a gross plant heat rate is 12745.99 Btu / kWh, and for nett plant heat rate of the factory is 6143.29 Btu / kWh*

*Keywords: gas turbine, steam turbine, CCPP, heat rate*

## DAFTAR ISI

<b>Halaman Judul</b> .....	i
<b>Halaman Pernyataan Orisinalitas</b> .....	ii
<b>Halaman Pengesahan</b> .....	iii
<b>Kata Pengantar</b> .....	iv
<b>Abstrak</b> .....	v
<b>Daftar Isi</b> .....	vi
<b>Daftar Gambar</b> .....	viii
<b>Daftar Tabel</b> .....	ix
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	3
1.3 Metode Penulisan .....	4
1.4 Batasan Masalah .....	4
1.5 <i>State Of The Art</i> .....	4
1.6 Sistematika Penuisan .....	6
<b>BAB 2. Teori Dasar</b> .....	7
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) .....	7
2.1.1 Turbin Gas (Siklus Brayton).....	8
2.1.2 Turbin Uap (Siklus ankine) .....	12
2.1.3 Prinsip Kerja Turbin Uap .....	15
2.2 Siklus Kombinasi ( <i>Combined Cycle</i> ) .....	16
2.3 <i>Heat Rate</i> .....	20
2.3.1 Efisiensi Generator .....	21
2.3.2. <i>Heat Rate</i> Turbin .....	24
<b>BAB 3. Metodologi Penelitian</b> .....	25
3.1 Diagram Alir .....	25
3.2 Metodologi Penelitian .....	26
3.3 Penjelasan Diagram Alir Penelitian .....	26

<b>Bab 4. Perhitungan dan Analisa .....</b>	<b>27</b>
4.1 Data Hasil Pengamatan.....	28
4.2 Perhitungan Performa Turbin Gas Unit 1.2 PLTGU .....	28
4.2.1 Perhitungan Properties pada Titik Unit 1.2 .....	28
4.2.2 Perhitungan Kerja pada Tiap Titik Unit 1.2 .....	33
4.3 Tabel Hasil Perhitungan Performa Turbin Gas Unit 1.2 PLTGU ....	43
4.4 Grafik Perbandingan Performa Turbin Gas .....	44
4.5 Analisa Kinerja Turbin .....	46
<b>Bab 5. Penutup .....</b>	<b>48</b>
5.1 Kesimpulan .....	48
<b>Daftar Pustaka</b>	
<b>Lampiran</b>	



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Permintaan Listrik per Sektor .....	3
Gambar 2.1 Siklus turbin gas .....	8
Gambar 2.2 P-V dan T-S Diagram Siklus Brayton .....	9
Gambar 2.3 Skema dan Diagram T-s Ideal Siklus <i>Rankine</i> .....	13
Gambar 2.4 Skema PLTU .....	13
Gambar 2.5 Siklus PLTU .....	14
Gambar 2.6 Skema dan Diagram T-S Siklus PLTU dengan Pemanasan Ulang.	15
Gambar 2.7 Skema Diagram Kerja Siklus Gabungan.....	16
Gambar 2.8 Diagram PLTGU dengan konfigurasi 1 – 1 – 1 .....	17
Gambar 2.9 Diagram PLTGU dengan konfigurasi 2 – 2 – 1 .....	18
Gambar 2.10 Diagram PLTGU dengan konfigurasi 3 – 3 – 1 .....	19
Gambar 2.11 Rugi-Rugi pada HRSG.....	22
Gambar 3.1 Diagram Alir Analisa <i>Heat Rate</i> (PLTGU) .....	25
Gambar 4.1 Skema PLTGU dengan konfigurasi 3 – 3 – 1 .....	27
Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Efisiensi Turbin .....	44
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Efisiensi Kompresor .....	45
Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Efisiensi Siklus Turbin .....	45
Gambar 4.5 Grafik Perbandingan <i>Heat Rate PLTGU</i> .....	46

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Spesifikasi Turbin Gas .....	27
Tabel 4.2 Data hasil pengamatan GT 1.2.....	28
Tabel 4.3 Data properties Natural gas dan udara .....	36
Tabel 4.4 Nilai HHV dan LHV .....	40
Tabel 4.5 Analisa Perhitungan Turbin Gas Unit 1.2.....	43
Tabel 4.6 Efisiensi Turbin Gas Aktual.....	44
Tabel 4.7 Efisiensi Siklus Turbin Gas .....	44
Tabel 4.8 <i>Heat Rate</i> .....	44